

УДК 629.113

УТОЧНЕНИЕ РАСЧЕТОВ НОРМ ПУТЕВОГО РАСХОДА ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЕЙ

Песков В.И., Кузьмин Н.А., Борисов Г.В., Пачурин Г.В.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Р.А. Алексеева»,
Нижегород, e-mail: pachuringv@mail.ru

Определение норм расхода топлива автомобилем при движении в различных дорожных условиях является важным фактором, в значительной степени влияющим на экономические показатели автотранспортного предприятия. В отечественной автотранспортной отрасли до сих пор используются малообоснованные нормативы на расход топлива автомобилем при совершении транспортного процесса. Причём, эти нормы не привязаны к скорости движения автомобиля, в то время как затраты мощности двигателя существенно зависят от выбранного водителем скоростного режима. В работе на основе результатов теоретических исследований и специальных экспериментов доказывается ошибочность старого расчетного метода определения коэффициента коррекции удельного расхода топлива дизельным двигателем с помощью полинома третьей степени. Выведено новое выражение для этого коэффициента в виде полинома пятой степени, использование которого существенно повысило точность расчетного определения путевого расхода топлива дизельным двигателем. Показано, что получаемые с помощью расчетов результаты хорошо коррелируются с официальными данными производителя по контрольному расходу топлива автомобилем и автопоездом.

Ключевые слова: нормы расхода топлива, расчетная методика, удельный расход топлива, степень использования мощности двигателя, полиномы третьей и пятой степени, дизельный двигатель

UPDATE OF PAYMENTS STANDARDS OF TRAVEL FUEL VEHICLES

Peskov V.I., Kuzmin N.A., Borisov G.V., Pachurin G.V.

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.A. Alekseev, Nizhny Novgorod,
e-mail: pachuringv@mail.ru

Determination of fuel consumption rates car when driving in different road conditions is an important factor largely affecting the economic performance of the road transport enterprise. In domestic road transport industry are still used ill-founded norms for fuel consumption vehicle in the commission of the transport process. Moreover, these rules are not adhered to the vehicle speed, while the engine power costs depend strongly on the selected speed mode driver. The paper based on the results of theoretical research and specific experiments proved the fallacy of the old calculation method for determining the correction factor of the specific fuel consumption of a diesel engine using a polynomial of the third degree. We derive a new expression for this factor as a polynomial of the fifth degree, the use of which greatly increased the accuracy of calculation of the travel expenses of diesel fuel. It is shown that obtained with the calculation results correlate well with the official data producer on the control flow toptliva vehicle and trailer combination.

Keywords: fuel consumption rates, calculation method, the specific fuel consumption, utilization of engine power, polynomials of the third and the fifth power, the diesel engine

Определение норм расхода топлива автомобилем при движении в различных дорожных условиях является важным фактором, в значительной степени влияющим на экономические показатели автотранспортного предприятия (АТП) [2, 4, 6]. Существующие нормы нельзя отнести к достаточно обоснованным, поскольку они не зависят от скорости движения автомобиля, в то время, как затраты мощности двигателя в значительной степени зависят от этого показателя [1, 7].

Одним из возможных способов обоснования норм расхода топлива может служить расчетная методика. Используемая при построении топливно-экономических характеристик и в исследованиях топливной экономичности автотранспортных средств расчетная методика основана на хорошо апробированных математических зависимостях, главной из которых является формула для вычислений путевого расхода топлива Q_s [5, 8]

$$Q_s = g_e (P_\psi + P_w) / 36 k_n \rho_t \eta_{tr} V_a, \quad (1)$$

где g_e – удельный расход топлива, г/кВт.ч; P_ψ – затраты мощности на преодоление сопротивления дороги, кВт; P_w – затраты мощности на преодоление сопротивления воздуха, кВт; k_n – коэффициент подкапотных потерь двигателя; ρ_t – плотность используемого жидкого топлива, кг/м³; η_{tr} – к.п.д. трансмиссии автомобиля на данном режиме движения; V_a – скорость движения автомобиля, м/с.

С использованием соотношения (1) возможно проведение расчетов для различных режимов движения автомобиля с постоянной скоростью, но часто серьезной проблемой является отсутствие нагрузочных характеристик двигателей, содержащих достаточно подробные данные о зависимости удельного расхода топлива g_e от степени использования мощности двигателя $I = (P_\psi + P_w) / P_e^{всх} \eta_{tr}$ при разных угловых

скоростях вращения его коленчатого вала. Поэтому в учебниках по теории автомобиля предлагается расчетное определение величины g_e для каждого режима работы двигателя по формуле [3, 5, 8]

$$g_e = (1,05 \div 1,15) g_e^{\min} K_{II} \cdot K_E, \quad (2)$$

где g_e^{\min} – величина минимального удельного расхода топлива, обычно имеющаяся в паспортной характеристике двигателя, г/кВт·ч; K_{II} – коэффициент, учитывающий степень использования мощности двигателя на данном расчетном режиме; K_E – коэффициент, учитывающий степень приближения угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя на расчетном режиме ω_e к его угловой скорости ω_p при максимальной мощности, $E = \omega_e / \omega_p$.

Величины коэффициентов K_{II} и K_E предлагается для каждого расчетного режима определять с помощью ряда аналитических выражений. Наиболее распространено для этих целей использование специально выведенных еще в 70-х годах прошлого столетия полиномов третьей степени. В част-

ности, для коэффициента K_E этот полином имеет вид [3, 5, 8]

$$K_E = 1,25 - 0,99 E + 0,98 E^2 - 0,24 E^3. \quad (3)$$

для вычисления коэффициентов K_{II} предлагаются [3,5] такие выражения: для карбюраторных двигателей

$$K_{II} = 3,27 - 8,22 I + 9,13 I^2 - 3,18 I^3, \quad (4)$$

для дизельных двигателей

$$K_{II} = 1,2 + 0,14 I - 1,8 I^2 + 1,46 I^3. \quad (5)$$

Однако практика расчетов показала, что при построении топливно-экономических характеристик современных автомобилей с бензиновыми впрысковыми двигателями и особенно автомобилей с дизельными двигателями с использованием для определения K_{II} предложенных полиномов третьей степени получаются результаты, заметно отличающиеся от реальных. у автомобилей с дизельными двигателями обычно получается принципиально неверный результат, приводящий к ошибочному выводу о высокой экономичности движения на низших передачах (рис. 1).

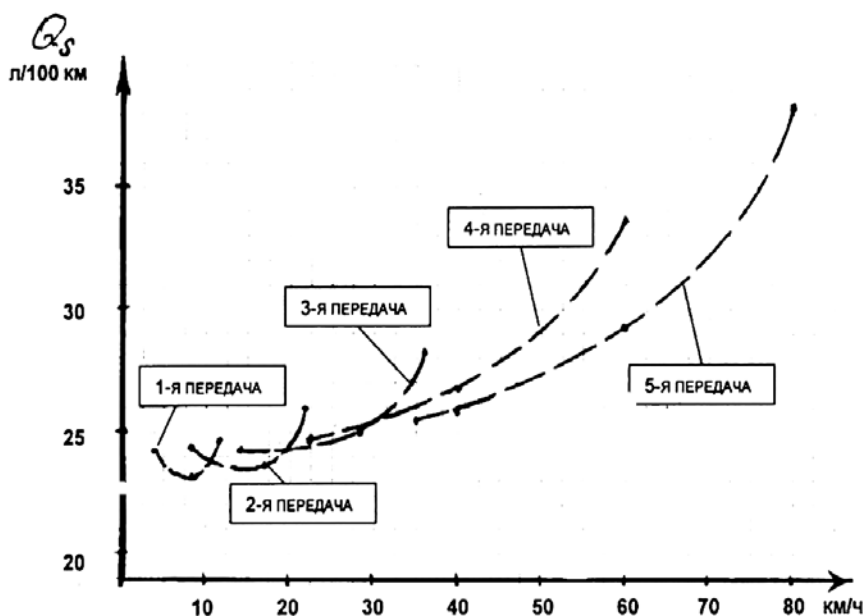


Рис. 1. Расчетные кривые расхода топлива автомобилем КАМАЗ-5320 полной массой 15,3 т на разных передачах в случае использования полинома $K_{II} = 1,2 + 0,14 I - 1,8 I^2 + 1,46 I^3$

Авторами данной работы проведены экспериментальные и теоретические исследования [9], результаты которых позволяют рекомендовать для расчетного определения величин $K_{и}$ полиномы пятой степени, полученные на базе усреднения результатов замеров удельных расходов топлива различными типами двигателей при разных значениях степени используемой мощности I . Использование новых полиномов существенно повышает точность расчетов и приближает их результаты к результатам натурных испытаний. для автомобилей с дизельными двигателями это полином

$$K_{и} = 3,52 - 17,24 I + 44,85 I^2 - 55,28 I^3 + 31,23 I^4 - 6,08 I^5, \quad (6)$$

для автомобилей с бензиновыми двигателями с распределенным впрыском

$$K_{и} = 4,32 - 24,21 I + 71,87 I^2 - 107,21 I^3 + 78,73 I^4 - 22,5 I^5, \quad (7)$$

для автомобилей с карбюраторными двигателями

$$K_{и} = 4,68 - 22,41 I + 56,97 I^2 - 74,96 I^3 + 49,75 I^4 - 13,03 I^5. \quad (8)$$

Большее соответствие новых выведенных зависимостей для $K_{и}$ реальным ситуациям хорошо иллюстрируется графиками рис.2. Общий вывод из анализа рис. 2 – коэффициент $K_{и}$ существенно возрастает при малых нагрузках двигателя. Соответственно, на этих режимах растет и показатель удельного расхода топлива g_e . Видно, что старая формула для дизельного двигателя в виде полинома третьей степени дает существенное отклонение кривой в зоне малых нагрузок от новой зависимости в виде полинома пятой степени, что и является главной причиной ошибочности результатов расчетного определения расхода топлива (рис. 1).

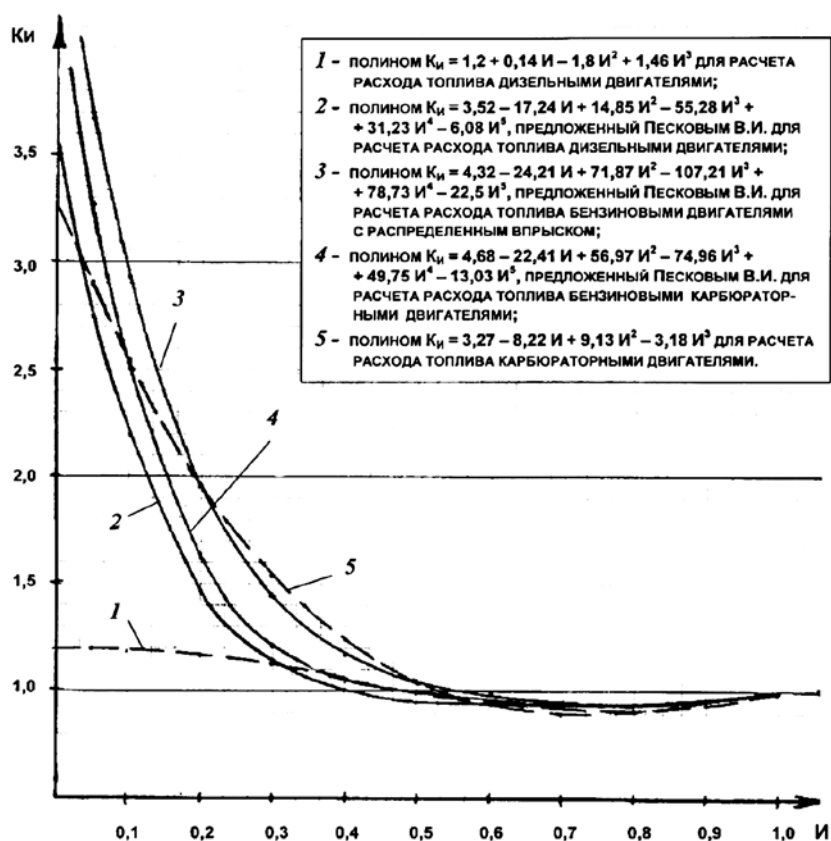


Рис. 2. Номограммы полиномов различных типов для определения параметра $K_{и}$ в зависимости от степени и использования мощности двигателя

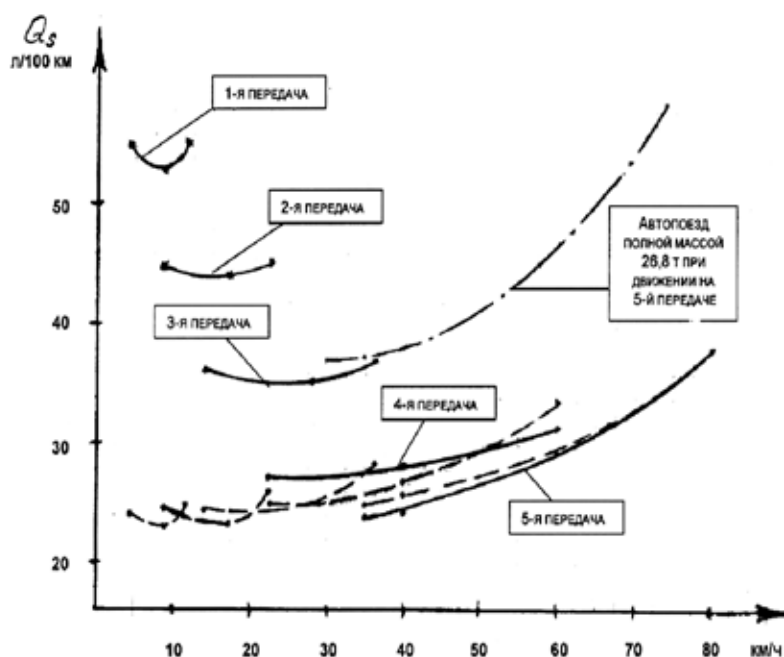


Рис. 3. Расчетные кривые расхода топлива автомобилем КАМАЗ-5320 полной массой 15,3 т на разных передачах в случае использования для определения K_{II} полинома $K_{II} = 3,52 - 17,24 u + 44,85 I^2 - 55,28 I^3 + 31,23 I^4 - 6,08 I^5$ (для сравнения пунктиром показаны соответствующие кривые, полученные при использовании полинома $K_{II} = 1,2 + 0,14 u - 1,8 I^2 + 1,46 I^3$)

На рис. 3 приведены полученные теоретическим путем уточненные кривые расхода дизельного топлива полностью груженым автомобилем КамАЗ-5320 при движении с различными скоростями на разных передачах в коробке передач. Эти кривые могут быть взяты за основу при определении норм расхода топлива автомобилями этой модели в реальных дорожных условиях в зависимости от скоростей движения и используемых передач. Кривые построены с использованием графика (рис.2) зависимости K_{II} от степени использования мощности дизельного двигателя, в свою очередь построенного с использованием полинома (6). О достоверности расчетных результатов свидетельствует тот факт, что теоретически полученное значение расхода топлива при движении автомобиля на пятой передаче по горизонтальной дороге со скоростью 35–40 км/ч достаточно точно соответствует паспортной характеристике контрольного расхода топлива этим автомобилем на подобном режиме (24 л/100 км) [10]. Точно также, это соответствие соблюдается с ошибкой не более 6% и в случае расчетного значения расхода топлива для автопоезда полной массой 26,8 т с автомобилем КАМАЗ-5320 в качестве тягача прицепа, контрольный расход для которого на скорости 30–40 км/ч установлен в 35 л/100 км.

Таким образом, можно заключить, что проблема расчетного определения обоснованных норм расхода топлива автомобилями различных типов, оснащенных современными бензиновыми и дизельными двигателями, имеет в настоящее время вполне адекватное решение.

Список литературы

1. Борисов Г.В., Лелиовский К.Я., Пачурин Г.В. К вопросу о нормировании расхода жидких топлив на автомобильном транспорте // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 3. – С. 28–35.
2. Горшкова Т.А., Шевченко С.М., Барабашин И.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Повышение эксплуатационных характеристик двигателя внутреннего сгорания ВАЗ-21124 // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 5–2. – С. 274–278.
3. Гришкевич А.И. Автомобили. Теория: учебник / А.И. Гришкевич. – Минск, «Вышэйшая школа», 1986. – 208 с.
4. Корчажкин М.Г., Кузьмин А.Н., Пачурин Г.В. Влияние подъемов на маршрутах движения городских автобусов на эксплуатационные показатели // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 9–3. – С. 464–469.
5. Кравец В.Н. Теория автомобиля: учебное пособие / В.Н. Кравец. – НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 413 с.
6. Кузьмин Н.А. Проблема нормирования расходов автомобильных топлив и смазочных материалов в РФ / Н.А. Кузьмин // *Автотранспортное предприятие*, 2010. № 8. С. 20–22.
7. Кузьмин Н.А. Техническая эксплуатация автомобилей: нормирование и управление / Н.А. Кузьмин – М.: ФОРУМ, 2011. – 224 с.
8. Кузьмин Н.А. Теория эксплуатационных свойств автомобилей: учебное пособие / Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: ФОРУМ; НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 256 с.
9. Песков В.И. Совершенствование эксплуатационных качеств автомобиля / В.И. Песков, В.И. Сердюк, А.Е. Сердюк; НГТУ. – Нижний Новгород, 2009. – 135 с.
10. Плеханов Д.К., Стратегии диспетчерского управления работой грузовых автомобилей при массовых перевозках / Д.К. Плеханов, Н.А. Кузьмин // *Автотранспортное предприятие*, 2009. – № 12. – С. 40–41.